

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H01L 21/205 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년06월12일 10-0589053 2006년06월05일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2003-0071811	(65) 공개번호	10-2005-0036194
(22) 출원일자	2003년10월15일	(43) 공개일자	2005년04월20일

(73) 특허권자            삼성전자주식회사  
                              경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자

임기빈  
경기도수원시권선구권선동1287-3번지201호

김성태  
서울특별시서초구서초1동현대아파트20-805

김영선  
경기도수원시팔달구영통동988-2살구골성지아파트711-1301

남갑진  
경기도수원시팔달구영통동청명마을3단지아파트333-1901

박인성  
서울특별시서초구서초3동1507-30노블하우스201호

정은애  
경기도수원시팔달구영통동1041-11404호

박기연  
경기도용인시기흥읍농서리7-1

이승환  
서울특별시관악구봉천6동우성아파트106동1108호

(74) 대리인            박영우

심사관 : 이윤직

(54) 소스 공급 장치, 소스 공급 방법 및 이를 이용한 원자층증착 방법

요약

소스의 충분한 공급이 가능하면서도, 유지보수가 용이한 소스 공급 장치, 이를 이용한 소스 공급 방법과 원자층 증착방법 이 개시되어 있다. 기상 소스가 수용된 소스 보관 용기, 기상 소스 충전 수단, 반응기에 인접한 기상 소스 충전 용기 그리고

소스 충전 용기의 기상 소스를 반응기에 공급하는 소스 공급 수단을 가지는 소스 공급 장치를 제공한다. 또한, 우선 액상 소스를 기상 소스로 기화시키고, 이어서, 기상 소스를 소스 충전용기에 충전시킨 후, 소스 충전용기의 기상 소스를 반응기에 공급하는 과정을 포함하는 소스 공급방법과 이를 이용한 원자층 증착 방법을 제공한다. 소스 공급시간의 연장이나 소스의 변질을 일으킬 수 있는 소스 온도의 상승 없이 짧은 시간에 소스를 충분히 공급할 수 있게 된다.

**대표도**

도 3

**명세서**

**도면의 간단한 설명**

- 도 1은 종래 기술의 일예에 따른 소스 공급 장치를 설명하기 위한 소스 공급 장치의 개략 단면도이다.
- 도 2a는 종래 기술의 다른 예에 따른 소스 공급 장치를 설명하기 위한 소스 공급 장치의 개략 단면도이다.
- 도 2b는 도 2a에서 반응기를 개방한 경우의 소스 공급 장치를 설명하기 위한 소스 공급 장치의 개략 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 소스 공급 장치를 설명하기 위한 소스 공급 장치의 개략 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 소스 공급 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 원자층 증착 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 6a 및 6b는 도 5에 따른 방법에 의한 원자층 증착을 실시한 결과를 나타내는 반도체 장치의 단면도이다.

\* 도면의 주요 부분에 대한 간단한 설명 \*

- 10, 50, 110 : 소스 보관 용기 12, 52, 112 : 액상 소스
- 14, 54, 114 : 기상 소스 20, 60, 140 : 소스 공급 수단
- 30, 70, 150 : 반응기 120 : 소스 충전 수단
- 121 : 소스 충전 밸브 123 : 소스 충전 라인
- 130 : 소스 충전용기 141 : 소스 공급 밸브
- 143 : 소스 공급 라인

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

본 발명은 소스 공급 장치 및 이를 이용한 원자층 증착방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 원자층 증착 공정 등에서 소스 공급을 원활하게 할 수 있는 소스 공급 장치, 그 장치를 이용한 소스 공급 방법, 그리고 이를 이용한 원자층 증착방법에 관한 것이다.

원자층 증착(Atomic Layer Deposition: ALD)방법은 단원자층의 화학적 흡착(Chemisorption) 및 탈착(Desorption)을 이용한 박막증착기술로서, 각 반응물질들을 개별적으로 펄스형태로 챔버에 공급하여 기판표면에 반응물질의 표면 포화반응에 의한 화학적 흡착과 탈착을 이용한 것이다.

ALD법은 기존의 화학적 기상증착(Cheical Vapor Deposition: CVD)과 달리 자기제한적 반응(self-limiting reaction)에 의하여 반응가스가 기판 표면에서만 반응하고 가스과 가스간에는 반응하지 않는다. 따라서 박막의 조성 정밀제어가 쉽고, 파티클 발생이 없으며, 대면적의 박막 증착시 균일성이 우수하고, 박막 두께의 정밀 조절이 용이한 장점이 있다. 더구나, 향후 반도체 장치의 디자인 룰(design rule)이 축소됨에 따라 ALD 방식의 박막 증착공정은 더욱 더 중요한 공정으로 부각될 것으로 예상된다.

이러한 ALD 방식으로 3차원의 반도체 장치 구조물에 산화막 등을 형성하는 공정에서 중요한 요소 중의 하나는 소스의 충분한 공급이다. 만약 소스의 공급량이 부족한 경우에는 단차 도포성(step coverage)이 열화되는 문제가 있다. 원자층 증착 공정에서 짧은 시간 안에 소스를 충분히 공급하기 위한 방법으로는 소스 온도를 증가시켜 소스의 반응기로의 유입속도(flow rate)를 증가시키는 방법, 소스의 공급시간을 늘리는 방법 등을 들 수 있다.

그러나 소스 온도를 상승시키는 경우, 공정 조건의 변화가 요구되며 소스의 변질에 의하여 형성된 막이 의도하는 막 특성을 만족시키지 못하게 되는 문제점이 발생할 우려가 있다. 또한, 소스 온도의 상승 및 상승된 온도를 유지하기 위해서는 별도의 장치를 필요로 하게 되는데, 이는 결국 반도체 장치의 신뢰성이나, 경제성에 문제점을 야기한다.

그리고 소스를 충분히 공급하기 위하여 소스의 공급시간을 늘이는 방법을 사용하면, 원하는 두께의 막을 형성하기 위하여 소요되는 공정시간이 증가된다. 이는 반도체 장치 제조의 단위시간당 처리량을 감소시켜 경제적인 반도체 장치 생산을 어렵게 한다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 가스 투입 유량 증대방법이 대한민국공개특허 제10-2002-0074708호에 개시되어 있다. 상기 방법은 가스 펄싱 방식을 이용하는 반도체 장비의 가스 공급원과, 반도체 증착용 챔버와, 가스 공급원으로부터 가스 라인을 통하여 챔버로 유입되는 가스의 유량을 조절하는 가스 유량 조절 장치와, 가스 공급원과 가스 유량 조절 장치로 연결되는 가스 라인에 위치하는 전단 밸브 및 가스 유량 조절 장치와 챔버로 연결되는 가스 라인에 위치하는 후단 밸브를 가지는 공급 장치를 사용한다. 상술한 장치에서 전단 밸브를 개방하고 후단 밸브를 폐쇄하여 전단 밸브와 가스 유량 조절 장치 및 가스 유량 조절 장치와 후단 밸브 사이의 가스 라인에 가스를 충전하는 가스 충전 단계와, 전단 밸브 및 후단 밸브를 개방하여 챔버에 가스를 공급하는 가스 공급 단계를 포함하는 특징이 있는 가스 투입 유량 증대 방법이 개시되어 있다.

상술한 방법에 의하면, 원자층 증착법, 주기적 화학기상증착법 등과 같이 가스 펄싱(gas pulsing) 방식을 이용하는 반도체 장비의 펄싱 가스의 투입 유량을 고정된 가스 유입 시간 동안에 가스 유량 조절 장치의 최대 설정 값(maximum setting value) 이상으로 증가시키는 동시에 유입 가스의 유입 시간(cycle time)과 가스 캐니스터(canister)의 온도는 정상적으로 유지할 수 있는 장점이 있다.

그러나 전술한 기술에 의하더라도 소스가 공급 라인을 이동하는 중에 발생하는 소스의 공급 라인에의 흡착 및 이에 의한 소스 공급효율의 저하 문제를 해결하지는 못한다. 이를 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

도 1은 종래 기술의 일예에 따른 소스 공급 장치를 설명하기 위한 소스 공급 장치의 개략 단면도이다. 도 1을 참조하면, 종래의 소스 공급 장치는 액상 소스(12)와 액상 소스(12)에서 기화된 기상 소스(14)를 포함하고 있는 소스 보관 용기(10)와 증착반응이 수행되는 반응기(30), 그리고 소스 공급 수단(20)을 가진다.

상기 소스 공급 수단(20)은 밸브 등의 압력 조절수단(21)과 소스 공급 라인(23)을 구비한다. 일반적인 원자층 증착 장치에서 상기 소스 공급 라인(23)은 수 미터 내지는 약 10 미터에 이른다. 따라서 기상 소스(14)가 소스 보관용기(10)에서 반응기(30)까지 이동하는 동안 소스 공급 라인의 내벽에 흡착되고, 소스 공급효율이 현저히 열화된다. 특히 최근 각광받는 하프늄 산화막(HfO<sub>2</sub>)을 형성하기 위하여, 테트라키스 에틸메틸아미노 하프늄(Tetrakis EthylMethylAmino Hafnium: TEMAH)과 같이 분자량이 크고, 증기압은 낮은 유기 금속 화합물을 사용하는 경우 소스의 관내 흡착 등의 문제점이 두드러진다.

이러한 문제점을 극복하고 동일한 공급시간, 동일 소스온도에서 소스 공급량을 증가시키기 위해서 소스 공급 라인의 길이를 감소시켜야만 한다.

도 2a는 종래 기술의 다른 예에 따른 소스 공급 장치를 설명하기 위한 소스 공급 장치의 개략 단면도이다. 도 2a를 참조하면, 액상 소스(52)와 기상 소스(54)가 겨 있는 소스 보관 용기(50)가 반응기(70)의 상부에 위치하고, 상기 기상소스(54)는 압력 조절수단(61)과 소스 공급 라인(63)을 가지는 소스 공급 장치(50)에 의하여 반응기(70)에 충전된다.

소스 보관용기(50)가 반응기(70)에 인접하여 설치되어 있기 때문에 소스 공급 라인(63)의 길이를 최소화할 수 있다. 따라서, 소스물질의 소스 공급 라인(63)에의 흡착 문제를 해결할 수 있고, 짧은 시간에 충분한 양의 소스를 공급할 수 있게 된다. 그러나 도 2a에 도시한 소스 공급 장치를 사용하는 경우 액상 소스에 의하여 소스 공급 라인(63)이 오염될 우려가 있다.

도 2b는 도 2a에서 반응기를 개방한 경우의 소스 공급 장치를 설명하기 위한 소스 공급 장치의 개략 단면도이다. 도 2b를 참조하면, 소스 보관용기(50)가 반응기(70)의 상부에 위치하기 때문에, 반응기(70)를 개방하는 경우 액상 소스(52)가 소스 공급 라인(63)으로 역류하여(A) 파티클 등의 오염원으로 작용하는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 주기적으로 소스 공급 라인(63) 및 반응기(70)의 오염원을 제거해 주어야 하는 바, 이는 설비의 유지보수 비용의 증가를 가져온다.

따라서 소스 공급 라인이 짧아서 원활한 소스의 공급이 가능하면서 설비의 유지보수가 용이한 소스 공급 장치의 개발이 요구된다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 제1 목적은 소스의 충분한 공급이 가능하면서도, 유지보수가 용이한 소스 공급 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 제2 목적은 상기 소스 공급 장치를 이용한 소스 공급 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 제3 목적은 상기 소스 공급 방법을 채용한 원자층 증착방법을 제공하는 것이다.

### 발명의 구성 및 작용

상술한 본 발명의 제1 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 소스 공급 장치는 기상 소스가 수용된 소스 보관 용기, 소스 보관 용기에 연통되고, 소스 보관 용기로부터 방출되는 상기 기상 소스를 통과시키는 소스 충전 수단을 가진다. 그리고 상술한 소스 보관 용기와 별도로, 소스 충전 수단에 연통되고, 기상 소스가 충전되는 소스 충전 용기를 구비한다. 또한, 소스 충전 용기의 기상 소스를 반응기에 공급하는 소스 공급 수단을 포함한다.

상술한 본 발명의 제2 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 소스 공급 방법에 의하면, 우선 액상 소스를 기상 소스로 기화시킨다. 이어서, 기상 소스를 소스 충전용기에 충전시킨 후, 소스 충전용기의 기상 소스를 반응기에 공급한다.

상술한 본 발명의 제3 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 원자층 증착 방법에 의하면, 먼저 a) 기판을 반응기에 로딩시킨다. 이어서, 상술한 소스 공급 방법에 따라 b) 액상의 제1 화합물 소스를 기상의 제1 화합물 소스로 기화시키고, c) 기상 제1 화합물 소스를 소스 충전용기에 충전시킨 후 d) 소스 충전용기의 기상 제1 화합물 소스를 반응기에 공급하여 기판 상에 제1 화합물을 화학 흡착시킨다.

계속하여, e) 반응기에 제1 퍼지가스를 도입하여 미화학 흡착된 제1 화합물을 제거하고, f) 반응기에 제2 화합물 소스를 도입하여 제1 화합물이 흡착된 기판 상에 제2 화합물을 화학 흡착시킨 후, g) 반응기에 제2 퍼지가스를 도입하여 미화학 흡착된 제2 화합물을 제거한다.

여기서 상기 d) 내지 g) 단계가 반복되고, 상기 b) 내지 c) 단계는 상기 e) 내지 g) 단계가 반복 수행되는 동안 실시되는 것을 특징으로 하는 원자층 증착 방법.

본 발명에 의하면, 소스 공급시간의 연장이나 소스의 변질을 일으킬 수 있는 소스 온도의 상승 없이 짧은 시간에 소스를 충분히 공급할 수 있게 된다. 그리고 별도의 기상 소스 충전 수단을 가짐으로써 공급 라인의 오염에 의한 파티클 발생을 방지할 수 있으며, 이를 원자층 증착 공정에 적용하는 경우 소스의 공급이 이루어지지 않는 단계가 수행되는 동안 기상 소스의 충전을 실시함으로써 별도의 소스 충전 시간이 요구되지 않는다.

결국 원자층 증착 공정 등을 효율적으로 진행할 수 있게 되어, 신뢰성 있는 반도체 장치의 단위시간 당 처리량을 증가시킬 수 있고, 반도체 장치의 수율 향상에 기여할 수 있다.

이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 소스 공급 장치, 소스 공급 방법 및 이를 이용한 원자층 증착방법을 상세하게 설명한다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 소스 공급 장치를 설명하기 위한 소스 공급 장치의 개략 단면도이다. 도 3을 참조하면, 본 실시예에 의한 소스 공급 장치는 소스 보관 용기(110), 소스 충전 수단(120), 소스 충전 용기(130) 그리고 소스 공급 수단(140)을 가지고 있다. 본 실시예에 의하면 ALD 공정에서 나타나는 공정상의 제약을 해결하기 위하여 소스 보관 용기(110)와 별도로 소스 공급 라인에 소스 충전 버퍼 역할을 하는 소스 충전 용기(130)를 설치하여 소스를 짧은 시간동안 효과적으로 공급할 수 있다.

우선 본 실시예에 의한 소스 공급 장치는 기상 소스가 수용된 소스 보관 용기(110)를 가진다.

상기 소스는 예를 들면 산화막, 질화막, 또는 금속막 형성을 위한 소스이다. 특히, 분자량이 크고 증기압은 낮아서 원활한 관내 이동이 제한되기 때문에 반응기로의 충분한 소스 공급이 이루어지기 어려운 소스를 사용하는 경우 본 실시예에 의한 소스 공급 장치를 사용하는 것이 바람직하다.

이러한 조건을 충족하는 소스는 매우 다양하지만, 예를 들면, 하프늄 산화막 형성을 위한 하프늄 소스로는 테트라키스 에틸메틸아미노 하프늄(Tetrakis EthylMethylAmino Hafnium: TEMAH),  $Hf(OtBu)_4$ (tetra tert-butoxy hafnium),  $Hf(mmp)_4$ (Tetrakis-(mmp) hafnium),  $Hf(OtBu)_2(dmae)_2$ ,  $Hf(OtBu)_2(mmp)_2$ , 테트라키스(트리에틸실록시)하프늄(Tetrakis (triethylsiloxo) hafnium),  $Hf(OEt)_4$ ,  $Hf(OiPr)_4$ ,  $Hf(OnBu)_4$ (tetra n-butoxy Hafnium),  $Hf(OtAm)_4$ ,  $Hf(OPr)_3$ ,  $Hf(OBu)_4$  등을 예시할 수 있다. 여기서, dmae는 디메틸아민에톡사이드(dimethylaminoethoxide:  $-OC_2H_4N(CH_3)_2$ )를 나타내고, mmp는 1-methoxy-2-methyl-2-propoxy( $-OC_4H_8OCH_3$ )를 나타낸다.

보다 구체적으로,  $Hf(OtBu)_4$ 는  $Hf[OC_4H_9]_4$ ,  $Hf(mmp)_4$ 는  $Hf[OC_4H_8OCH_3]_4$ ,  $Hf(OtBu)_2(dmae)_2$ 는  $Hf[OC_4H_9]_2[OC_2H_4N(CH_3)_2]_2$ ,  $Hf(OtBu)_2(mmp)_2$ 는  $Hf[OC_4H_9]_2[OC_4H_8OCH_3]_2$ , Tetrakis (triethylsiloxo) Hafnium은  $Hf[OSi(C_2H_5)_3]_4$ ,  $Hf(OEt)_4$ 는  $Hf[OC_2H_5]_4$ ,  $Hf(OiPr)_4$ 는  $Hf[OC_3H_7]_4$ ,  $Hf(OnBu)_4$ 는  $Hf[OC_4H_9]_4$ ,  $Hf(OtAm)_4$ 는  $Hf[OC_5H_{11}]_4$ 를 의미한다.

그 외에 적용가능한 소스로는 탄탈륨(Ta), 알루미늄(Al), 실리콘(Si), 란탄(La), 이트륨(Y), 지르코늄(Zr), 마그네슘(Mg), 스트론튬(Sr), 납(Pb), 티타늄(Ti), 니오븀(Nb), 세륨(Ce), 루테튬(Ru), 바륨(Ba), 칼슘(Ca), 인듐(In), 게르마늄(Ge), 주석(Sn), 바나듐(V), 비소(As), 프라세오디뮴(Pr), 안티몬(Sb), 또는 인(P) 가운데 어느 하나를 포함하는 금속 알콕사이드 형태인 전구체 화합물 등을 예시할 수 있다.

예를 들면, 상기 금속 알콕사이드로는 Mg, Ca 내지 Sr 등과 같은 2족 금속 원소의 알콕사이드, B, Al 내지 La 등과 같은 3족 금속 원소의 알콕사이드, Ti, Zr, Si, Ge, Sn 내지 Pb 등과 같은 4족 금속 원소의 알콕사이드, 또는 V, Nb, Ta, P, As 내지 Sb 등과 같은 5족 금속 원소의 알콕사이드 등을 들 수 있다. 바람직하게는, 상기 제1 반응물은 전술한 4족 금속 원소의 알콕사이드를 포함한다.

한편, 상기 Mg 알콕사이드의 예로서는  $Mg[OC_2H_4OCH_3]_2$ 를 들 수 있고, 상기 Ca 알콕사이드의 예로서는  $Ca[OC_2H_4OCH_3]_2$ 를 들 수 있으며, 상기 Sr 알콕사이드의 예로서는  $Sr[OC_2H_4OCH_3]_2$ 를 들 수 있다.

또한, 상기 B 알콕사이드의 예로서는  $B[OCH_3]_3$ ,  $B[OC_2H_5]_3$ ,  $B[OC_3H_7]_3$  또는  $B[OC_4H_9]_3$  등을 들 수 있고, 상기 Al 알콕사이드의 예로서는  $Al[OC_4H_8OCH_3]_3$ ,  $Al[OCH_3]_3$ ,  $Al[OC_2H_5]_3$ ,  $Al[OC_3H_7]_3$  또는  $Al[OC_4H_9]_3$  등을 들 수 있으며, 상기 La 알콕사이드의 예로서는  $La[OC_2H_4OCH_3]_3$  또는  $La(OC_3H_7CH_2OC_3H_7)_3$  등을 들 수 있다.

또한, 상기 Ti 알콕사이드의 예로서는  $Ti[OCH_3]_4$ ,  $Ti[OC_2H_5]_4$ ,  $Ti[OC_3H_7]_4$ ,  $Ti[OC_4H_9]_4$  내지  $Ti[OC_2H_5]_2[OC_2H_4N(CH_3)_2]_2$  등을 들 수 있으며, 상기 Zr 알콕사이드의 예로서는  $Zr[OC_3H_7]_4$ ,  $Zr[OC_4H_9]_4$  또는  $Zr[OC_4H_8OCH_3]_4$  등을 들 수 있다.

상기 Si 알콕사이드의 예로서는  $\text{Si}[\text{OCH}_3]_4$ ,  $\text{Si}[\text{OC}_2\text{H}_5]_4$ ,  $\text{Si}[\text{OC}_3\text{H}_7]_4$ ,  $\text{Si}[\text{OC}_4\text{H}_9]_4$ ,  $\text{HSi}[\text{OCH}_3]_3$ ,  $\text{HSi}[\text{OC}_2\text{H}_5]_3$ ,  $\text{Si}[\text{OCH}_3]_3\text{F}$ ,  $\text{Si}[\text{OC}_2\text{H}_5]_3\text{F}$ ,  $\text{Si}[\text{OC}_3\text{H}_7]_3\text{F}$  내지  $\text{Si}[\text{OC}_4\text{H}_9]_3\text{F}$  등을 들 수 있으며, 상기 Ge 알콕사이드의 예로서는  $\text{Ge}[\text{OCH}_3]_4$ ,  $\text{Ge}[\text{OC}_2\text{H}_5]_4$ ,  $\text{Ge}[\text{OC}_3\text{H}_7]_4$  또는  $\text{Ge}[\text{OC}_4\text{H}_9]_4$  등을 들 수 있다.

상기 Sn 알콕사이드의 예로서는  $\text{Sn}[\text{OC}_4\text{H}_9]_4$  혹은  $\text{Sn}[\text{OC}_3\text{H}_7]_3[\text{C}_4\text{H}_9]$  등을 들 수 있고, 상기 Pb 알콕사이드의 예로서는  $\text{Pb}[\text{OC}_4\text{H}_9]_4$  또는  $\text{Pb}_4\text{O}[\text{OC}_4\text{H}_9]_6$  등을 들 수 있다.

상기 V 알콕사이드의 예로서는  $\text{VO}[\text{OC}_2\text{H}_5]_3$  또는  $\text{VO}[\text{OC}_3\text{H}_7]_3$  등을 들 수 있고, 상기 Nb 알콕사이드의 예로서는  $\text{Nb}[\text{OCH}_3]_5$ ,  $\text{Nb}[\text{OC}_2\text{H}_5]_5$ ,  $\text{Nb}[\text{OC}_3\text{H}_7]_5$ ,  $\text{Nb}[\text{OC}_4\text{H}_9]_5$  등을 들 수 있으며, 상기 Ta 알콕사이드의 예로서는  $\text{Ta}[\text{OCH}_3]_5$ ,  $\text{Ta}[\text{OC}_2\text{H}_5]_5$ ,  $\text{Ta}[\text{OC}_3\text{H}_7]_5$ ,  $\text{Ta}[\text{OC}_4\text{H}_9]_5$ ,  $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ ,  $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5[\text{OC}_2\text{H}_4\text{N}(\text{CH}_3)_2]$  또는  $\text{Ta}[\text{OC}_2\text{H}_5]_4[\text{CH}_3\text{COCHCOCH}_3]$  등을 들 수 있다.

상기 P 알콕사이드의 예로서는  $\text{P}[\text{OCH}_3]_3$ ,  $\text{P}[\text{OC}_2\text{H}_5]_3$ ,  $\text{P}[\text{OC}_3\text{H}_7]_3$ ,  $\text{P}[\text{OC}_4\text{H}_9]_3$ ,  $\text{PO}[\text{OCH}_3]_3$ ,  $\text{PO}[\text{OC}_2\text{H}_5]_3$ ,  $\text{PO}[\text{OC}_3\text{H}_7]_3$  또는  $\text{PO}[\text{OC}_4\text{H}_9]_3$  등을 들 수 있고, 상기 As 알콕사이드의 예로서는  $\text{As}[\text{OCH}_3]_3$ ,  $\text{As}[\text{OC}_2\text{H}_5]_3$ ,  $\text{As}[\text{OC}_3\text{H}_7]_3$  내지  $\text{As}[\text{OC}_4\text{H}_9]_3$  등을 들 수 있으며, 상기 Sb 알콕사이드의 예로서는  $\text{Sb}[\text{OC}_2\text{H}_5]_3$ ,  $\text{Sb}[\text{OC}_3\text{H}_7]_3$  또는  $\text{Sb}[\text{OC}_4\text{H}_9]_3$  등을 들 수 있다.

상기 소스 보관 용기(110)의 일실시예로, 도 3에 도시된 바와 같이 상기 소스 보관 용기(110)내에 액상 소스(112)가 더 수용되어 있고, 상기 소스 보관 용기(110)는 액상 소스(112)를 기상 소스(114)로의 기화를 촉진시키는 버블러(bubbler) 등의 소스 기화 수단(도시되지 않음)이 구비될 수 있다.

상기 소스 보관 용기(110)의 다른 실시예로는, 상기 소스 보관 용기(110)와는 별도의 액상 소스 보관 용기와 상기 액상 소스를 상기 기상 소스(114)로 기화시키는 소스 기화 수단을 더 포함할 수도 있다.

그리고 본 실시예에 따른 소스 공급 장치는 소스 충전 수단(120)을 제공한다. 상기 소스 충전 수단(120)은 상기 소스 보관 용기(110)에 연결되어, 상기 소스 보관 용기(110)로부터 방출되는 상기 기상 소스를 통과시킨다.

구체적으로, 상기 소스 충전 수단(120)은 소스 충전 라인(123)과 소스 충전 밸브(121)를 포함한다. 상기 소스 충전 라인(123)은 예를 들면, 소스 보관 용기(110)와 소스 충전 용기를 연통시키는 배관이며, 소스 충전 밸브(121)는 상기 소스 공급용기에서 공급되는 기상 소스의 양을 조절하여 소스 충전용기(130)에 일정 압력 이상으로 기상 소스를 충전시키는 압력 조절 밸브이다.

또한, 본 실시예에 의한 소스 공급 장치는 소스 충전 용기(130)를 가진다. 상기 소스 충전 용기(130)는 상기 소스 충전 수단(120)에 연통되고, 상기 소스 보관 용기(110)로부터 공급되는 기상 소스가 충전된다.

본 발명에 따른 바람직한 실시예에 따르면, 상기 소스 충전 용기(130)가 소스 공급 수단(140)을 사이에 두고 반응기(150)에 인접하고 있는 것이 바람직하다. 즉 소스 보관 용기(110) 외에 별도의 기상 소스 충전 용기(130)를 반응기(150)에 인접하게 설치한다. 이에 의하여 소스의 이동시 발생하는 소스의 관내 흡착을 감소시킬 수 있다. 그리고 기상 소스만이 충전된 별도의 소스 충전 용기를 사용함으로써 반응기 개방시 소스 공급 라인이 오염되는 종래기술의 문제점을 해결할 수 있다. 따라서 장치의 유지 보수가 용이해진다.

또한 상기 소스 충전 용기(130)는 반응기에 짧은 시간 동안 충분한 소스를 공급하기 위하여 적어도 반응기(150)에 1회 공급되는 기상 소스의 양보다 많은 양을 수용할 수 있는 충분한 부피를 가지는 것이 바람직하다. 여기서 요구되는 소스 충전 용기의 최소 체적은 다음과 같은 식에 의해 결정된다.

$$\text{소스 충전 용기의 체적} = \text{유량} \times \text{필스 시간} \times \frac{\text{대기압}}{\text{소스 충전 용기의 압력}} \times \text{안전계수} \quad \text{-(식)}$$

예를 들어, TEMA와 같이 소스 분압이 낮은 기상 소스를 사용하는 경우, 우수한 단차 도포성을 달성하기에 충분한 양의 소스를 공급하기 위해서는 펄스 시간을 상대적으로 증가시켜야 한다. 상기 식에 의하면 펄스 시간의 증가는 소스 충전 용기 체적의 증가를 의미한다. 구체적으로 예를 들어, 반응기(150)에 공급되는 기상 소스의 유량이 500sccm이고, 소스 충전 용기의 압력(130)이 90 Torr, 안전계수(safety factor)를 2라고 가정하고, 상기 유량 하에서, 증착 반응의 1 사이클에 요구되는 TEMA를 공급하기 위하여는 적어도 3초의 펄스 시간이 요구된다면, 소스 충전기의 체적은 약 423cc이다. 즉, 상기 조건에서는 최소한 약 423cc 이상의 부피를 가지는 소스 충전 용기(130)가 필요하다.

다른 예로, TMA와 같이 소스 분압이 비교적 높은 기상 소스를 사용하는 경우, 충분한 양의 소스를 공급하기 위해 요구되는 펄스 시간은 상기 TEMA 보다 짧아도 무방하다. 상기 식에 의하면 펄스 시간의 감소는 소스 충전 용기 체적의 감소를 의미한다. 구체적으로 예를 들어, 반응기(150)에 공급되는 기상 소스의 유량이 500sccm이고, 소스 충전 용기의 압력(130)이 90 Torr, 안전계수(safety factor)를 2라고 가정하고, 상기 유량 하에서, 증착 반응의 1 사이클에 요구되는 TMA를 공급하기 위하여는 적어도 0.7초의 펄스 시간이 요구된다면, 소스 충전기의 체적은 약 99cc이다. 즉, 상기 조건에서는 최소한 약 99cc 이상의 부피를 가지는 소스 충전 용기(130)가 필요하다.

다만, 이 TMA와 같이 적은 부피의 기상 소스 버퍼가 필요하다면 별도의 충전 용기를 설치하지 않고 소스 충전 라인(123)이 소스 충전 용기(130)의 역할을 할 수 있다. 예를 들어, 통상 ALD공정에 사용되는 배관의 1 m당 부피가 약 30 cc 정도이므로 약 99 cc의 소스 충전 용기의 역할을 대체하려면 약 3.3 m의 배관이 필요하다.

요약하면, 소스 충전 용기(130)의 부피는 소스 화합물의 종류에 따른 소스 분압에 반비례하고, 분압에 따라 달라지는 펄스 시간에 의해 결정된다.

그리고 본 실시예에 따른 소스 공급 장치는 상기 소스 충전 용기(130)의 기상 소스를 반응기(150)에 공급하는 소스 공급 수단(140)을 포함하는 소스 공급 수단(140)을 포함한다.

구체적으로, 상기 소스 공급 수단(120)은 소스 공급 라인(143)과 소스 공급 밸브(141)를 포함한다. 상기 소스 공급 라인(143)은 예를 들면, 소스 충전 용기(130)와 반응기(150)를 연통시키는 배관이며, 소스 공급 밸브(141)는 상기 소스 충전 용기(130)로부터 반응에 필요한 일정량의 기상 소스를 반응기(150)에 공급하는 역할을 한다. 상기 소스 공급 밸브(141)로 예를 들면, 뉴메틱(pneumatic) 밸브 또는 쓰로틀(throttling) 밸브 등을 사용할 수 있다.

본 실시예에 의한 소스 공급 장치는 기상 소스의 공급이 필요한 반응기에 사용할 수 있다. 상기 반응기(150)의 예로는 원자층 증착(ALD) 반응기 또는 화학 기상 증착(CVD) 반응기를 들 수 있다.

본 실시예에 따른 소스 공급 장치는 상기 소스 충전용기 내의 기상소스를 제거하는 소스 퍼지수단(도시되지 않음)을 더 구비할 수 있다. 반응기(150)에서 반응이 완료된 후 소스 충전용기에 잔류하는 가스는 열분해 되어 이후 반응에서 파티클 등의 오염원으로 작용할 가능성이 있다. 따라서, 반응 종료 후에는 소스 충전용기의 잔류 기상 소스를 펌핑하여 제거한다.

그리고 본 발명은 상술한 소스 공급 장치를 사용한 소스 공급 방법을 제공한다. 도 4는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 소스 공급 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 3 및 도 4를 참조하면, 본 실시예에서는 우선 액상 소스를 기상 소스로 기화시킨다(S10). 액상 소스를 기상 소스로 기화시키는 기화 수단으로는 버블러 등을 예시할 수 있다. 액상소스가 담겨있는 소스 보관 용기에 버블러를 설치하여 기상 소스를 생성할 수도 있고, 기상 소스 보관 용기와 별도로 액상 소스 보관 용기와 기화수단을 구비할 수도 있다.

이어서, 상기 기상 소스를 소스 충전 용기에 충전시킨다(S20).

상기 기상 소스는 소스 보관 용기(110)와 소스 충전 용기(130)를 연결하는 소스 충전 라인(123)을 통하여 소스 충전 용기(130)에 충전되며, 충전 압력은 상기 소스 충전 라인(123) 상의 소스 충전 밸브(121)에 의하여 조절된다. 상기 충전 후의 상기 소스 충전용기 내의 압력은 약 90 내지 100 Torr로 조절하는 것이 바람직하다. 약 90 Torr 미만이면 반응기와 압력 차이가 적어서 짧은 시간 동안 충분한 양의 소스 공급이 어렵고, 약 100 Torr를 초과하면 반응기에의 소스 공급량 및 속도의 조절이 용이하지 않다.

상기 소스 충전 용기(130)는 소스 공급 수단(140)을 사이에 두고 반응기(150)에 인접하고 있는 것이 바람직하다. 이에 의하여 소스의 이동시 발생하는 소스의 관내 흡착을 감소시킬 수 있다. 그리고 기상 소스만이 충전된 별도의 소스 충전 용기를 사용함으로써 반응기 개방시 소스 공급 라인이 오염되는 종래기술의 문제점을 해결할 수 있다. 따라서 장치의 유지 보수가 용이해진다.

또한 상기 소스 충전 용기(130)는 반응기에 짧은 시간 동안 충분한 소스를 공급하기 위하여 적어도 반응기(150)에 1회 공급되는 기상 소스의 양보다 많은 양을 수용할 수 있는 충분한 부피를 가지는 것이 바람직하다. 여기서 요구되는 소스 충전 용기의 최소 체적은 상술한 식에 의해 결정된다. 즉, 소스 충전 용기(130)의 부피는 소스 화합물의 종류에 따른 소스 분압 및 그에 따라 달라지는 펄스 시간에 의해 결정된다.

계속하여, 상기 소스 충전 용기의 기상 소스를 반응기에 공급한다(S30)

상기 소스 충전 용기에 충전된 기상 소스는 소스 공급 라인(143)을 통하여 반응기(150)에 공급되며, 반응기(150)에 공급되는 기상 소스의 유량은 상기 소스 공급 라인(143) 상의 소스 공급 밸브(141)에 의하여 조절된다. 상기 소스 공급 밸브(141)로 예를 들면, 뉴메틱(pneumatic) 밸브 또는 쓰로틀(throttling) 밸브 등을 사용할 수 있다.

이후, 상기 기상 소스를 반응기(150)에 공급한 후에, 상기 소스 충전 용기(130)에 잔류하는 기상 소스를 제거하는 과정(S40)을 더 수행하는 것이 바람직하다. 반응기(150)에서 반응이 완료된 후 소스 충전 용기(130)에 잔류하는 가스는 열분해 되어 이후 반응에서 파티클 등의 오염원으로 작용할 가능성이 있다. 따라서, 반응 종료 후에는 소스 충전용기의 잔류 기상 소스를 펌핑하여 제거하는 것이 바람직하다.

또한, 본 발명은 상술한 소스 공급 방법을 이용한 원자층 증착방법을 제공한다. 상술한 소스 공급 방법은 우수한 단차 도포성을 달성하기 위하여 소스 펄스 시간동안 충분한 양의 소스 공급이 요구되는 원자층 증착 방법에 특히 적합하다. 그러나 원자층 증착방법에 한정되지 않고, 그 밖에 기상 소스가 사용되는 반응에는 널리 적용될 수 있다.

도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 원자층 증착 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 3 및 도 5를 참조하면, 본 실시예에서는 우선, 기판을 반응기에 로딩시킨다(S100).

이 때, 기판은 예를 들면, 통상의 실리콘 웨이퍼이며, 상기 실리콘 웨이퍼는 각종의 활성 소자 등이 형성된 하부 구조물들을 포함할 수 있다. 또한, 상기 반응기(150)는 원자층 증착(ALD) 반응기 또는 화학 기상 증착(CVD) 반응기 등 기상 소스를 반응에 사용하는 반응기이며, 상기 기판은 로봇 암과 같은 기판 이송 장치에 의하여 상기 반응기(150) 내에 투입된다.

그리고 액상의 제1 화합물 소스를 기상의 제1 화합물 소스로 기화시킨(S200) 후, 상기 기상 제1 화합물 소스를 소스 충전 용기에 충전시킨다(S300).

상기 기상 제1 화합물은 소스 보관 용기(110)와 소스 충전 용기(130)를 연결하는 소스 충전 라인(123)을 통하여 소스 충전 용기(130)에 충전되며, 충전 압력은 상기 소스 충전 라인(123) 상의 소스 충전 밸브(121)에 의하여 조절된다.

상기 소스 충전 용기(130)는 소스 공급 수단(140)을 사이에 두고 반응기(150)에 인접하고 있는 것이 바람직하다. 이에 의하여 소스의 이동시 발생하는 소스의 관내 흡착을 감소시킬 수 있다. 그리고 기상 소스만이 충전된 별도의 소스 충전 용기를 사용함으로써 반응기 개방시 소스 공급 라인이 오염되는 종래 기술의 문제점을 해결할 수 있다. 따라서 장치의 유지 보수가 용이해진다. 여기서 요구되는 소스 충전 용기(130)의 최소 체적은 상술한 식에 의해 결정된다. 즉, 소스 충전 용기(130)의 부피는 소스 화합물의 종류에 따른 소스 분압 및 그에 따라 달라지는 펄스 시간에 의해 결정된다.

이어서, 상기 소스 충전 용기의 기상 제1 화합물 소스를 반응기에 공급하여 상기 기판 상에 제1 화합물을 화학 흡착시킨다(S400). 기상 소스 공급시에는 소스 충전 용기(130)와 반응기(150) 사이의 공급 밸브(141)를 개방하여 고압의 소스 가스가 짧은 시간동안에 반응기(150)에 공급되도록 한다.

그리고 상기 반응기에 Ar 또는 N<sub>2</sub> 등의 불활성 기체인 제1 퍼지가스를 도입하여 미화학 흡착된 상기 제1 화합물을 제거하고(S500), 이 후에, 상기 반응기에 제2 화합물 소스를 도입하여 상기 제1 화합물이 흡착된 기판 상에 제2 화합물을 화학 흡착시킨다(S600).



제2 화합물은 증착하려는 막의 종류에 따라 달라진다. 예를 들어 금속 산화막을 형성하는 경우, 제2 화합물로는 O<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, 플라즈마, 리모트 플라즈마 또는 자외선으로 활성화된 O<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> 등의 산소 소스를 공급하고, 질화막을 형성하기 위해서는 N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, 플라즈마, 리모트 플라즈마 또는 자외선으로 활성화된 N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, 또는 N<sub>2</sub> 등을 공급한다.

다음에, 상기 반응기에 제2 퍼지가스를 도입하여 미화학 흡착된 상기 제2 화합물을 제거한다(S700).

ALD 방식으로 산화막을 증착하는 경우, 원하는 두께의 산화막을 얻기 위하여 상기 제1 화합물 흡착 단계(S400)에서 제2 퍼지 가스 도입과정(S700)을 반복한다. 상기 액상의 제1 화합물 소스를 기상 제1 화합물 소스로 기화 단계(S200) 및 상기 기상 제1 화합물 소스를 소스 충전 용기에 충전시키는 단계(S300)는 상기 제1 퍼지 가스 도입 단계(S500)에서 제2 퍼지 가스 도입과정(S700)이 진행되는 동안 진행될 수 있다. 즉, 소스 공급 단계(S400)를 제외한 소스 퍼지(S500), 산화제 공급(S600), 산화제 퍼지(S700) 시간동안 비어있는 소스 충전 용기(130)를 소스 가스로 높은 압력으로 충전함으로써, 단 시간에 소스를 충분히 공급할 수 있고, 별도의 공정시간이 소요되는 것을 방지할 수 있다.

이후, 반응기(150)에서 반응이 완료된 후 소스 충전 용기(130)에 잔류하는 가스는 열분해 되어 이후 반응에서 파티클 등의 오염원으로 작용할 가능성이 있다. 따라서, 반응 종료 후에는 소스 충전용기의 잔류 기상 소스를 펌핑하여 제거하는 것이 바람직하다.

이하의 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명한다. 단, 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것이지 이들만으로 한정하는 것은 아니다.

#### 실시예 1

제1 화합물로 하프늄 소스인 TEMAH를, 제2 화합물로 산소 소스인 오존을 사용하고, 반응기로의 제1 화합물의 펄스 시간은 3초, 유량은 500sccm으로 하였다. 또한 별도의 소스 충전 용기를 사용하지 않고 423cc의 부피에 해당하는 배관에 소스 충전 용기를 대체하였고, 상기 배관에 0.4 초 동안 기상 소스를 충전하여 상기 배관의 압력은 90 Torr로 유지하였다.

도 6a는 상기 조건 하에서 ALD 방식으로 하프늄 산화막을 형성한 경우의 결과를 나타내는 반도체 장치의 단면도이다. 이 경우 단차 도포도(step coverage)는 0.41을 나타내었다.

#### 실시예 2

상기 실시예 1과 동일한 방법으로 원자층 증착을 실시하되, 상기 배관에 1.2 초 동안 기상 소스를 충전하여 상기 배관의 압력은 100 Torr로 유지하였다.

도 6b는 상기 조건 하에서 ALD 방식으로 하프늄 산화막을 형성한 경우의 결과를 나타내는 반도체 장치의 단면도이다. 이 경우 단차 도포도(step coverage)는 0.51을 나타내었다.

상기 결과에 의하면, 소스 충전시간이 0.4초 인 경우보다 충전시간이 1.2초인 경우가 더 우수한 단차 도포성을 나타내며, 이러한 결과에 의하면 반응기에 인접한 큰 부피의 소스 충전 용기를 사용하면 보다 향상된 단차 도포성을 얻을 수 있을 것이다.

#### **발명의 효과**

본 발명에 의하면, 소스 공급시간의 연장이나 소스의 변질을 일으킬 수 있는 소스 온도의 상승 없이 짧은 시간에 소스를 충분히 공급할 수 있어 우수한 단차 도포성을 가지는 반도체 장치를 제조할 수 있게 된다. 그리고 별도의 기상 소스 충전 수단을 가짐으로써 공급 라인의 오염에 의한 파티클 발생을 방지할 수 있으며, 장치의 유지보수가 용이하다. 또한 전술한 방법을 원자층 증착 공정에 적용하면 소스의 공급이 이루어지지 않는 단계가 수행되는 동안 기상 소스의 충전을 실시함으로써 별도의 소스 충전 시간이 요구되지 않는다.

결국 원자층 증착 공정 등을 효율적으로 진행할 수 있게 되어, 신뢰성 있는 반도체 장치의 단위시간 당 처리량을 증가시킬 수 있고, 반도체 장치의 수율 향상에 기여할 수 있다.

상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

(57) 청구의 범위

**청구항 1.**

기상 소스가 수용된 소스 보관 용기;

상기 소스 보관 용기에 연통되고, 상기 소스 보관 용기로부터 방출되는 상기 기상 소스가 통과하는 소스 충전 수단;

상기 소스 충전 수단에 연통되고, 상기 기상 소스가 충전되는 소스 충전 용기; 및

상기 소스 충전 용기의 기상 소스를 반응기에 공급하는 소스 공급 수단을 포함하되,

상기 소스 충전 용기는 적어도 상기 반응기에 1회 공급되는 상기 기상 소스의 양보다 많은 양을 수용할 수 있는 부피를 갖고, 상기 부피는 소스 화합물의 종류에 따른 소스 분압에 반비례하는 것을 특징으로 하는 소스 공급장치.

**청구항 2.**

제1 항에 있어서, 상기 소스가 하프늄(Hf), 탄탈륨(Ta), 알루미늄(Al), 실리콘(Si), 란탄(La), 이트륨(Y), 지르코늄(Zr), 마그네슘(Mg), 스트론튬(Sr), 납(Pb), 티타늄(Ti), 니오븀(Nb), 세륨(Ce), 루테튬(Ru), 바륨(Ba), 칼슘(Ca), 인듐(In), 게르마늄(Ge), 주석(Sn), 바나듐(V), 비소(As), 프라세오디뮴(Pr), 안티몬(Sb), 및 인(P)로 이루어진 군으로부터 선택되는 것을 포함하는 금속 알콕사이드 형태의 전구체 화합물인 것을 특징으로 하는 소스 공급장치.

**청구항 3.**

제1 항에 있어서, 상기 소스가 Hf(OEt)<sub>4</sub>, Hf(OPr)<sub>3</sub>, Hf(OBu)<sub>4</sub>, Hf(OnBu)<sub>4</sub>, Hf(OtBu)<sub>4</sub>, Hf(mmp)<sub>4</sub>, Hf(OtBu)<sub>2</sub>(dmae)<sub>2</sub>, Hf(OtBu)<sub>2</sub>(mmp)<sub>2</sub>, 및 TEMAH로 이루어진 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 소스 공급장치.

**청구항 4.**

제1 항에 있어서, 상기 소스 보관 용기에는 액상 소스가 더 수용되어 있고, 상기 소스 보관 용기는 상기 액상 소스를 상기 기상 소스로 기화시키는 소스 기화 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 소스 공급장치.

**청구항 5.**

제4 항에 있어서, 상기 소스 기화수단이 버블러인 것을 특징으로 하는 소스 공급장치.

**청구항 6.**

제1 항에 있어서, 액상 소스 보관 용기, 및 상기 액상 소스를 상기 기상 소스로 기화시키는 소스 기화 수단을 더 포함하고, 상기 기상 소스가 상기 소스 보관 용기에 보관되는 것을 특징으로 하는 소스 공급장치.

**청구항 7.**

제1 항에 있어서, 상기 소스 충전 수단이

상기 소스 보관 용기와 상기 소스 충전 용기를 연통시키는 소스 충전라인; 및

상기 소스 충전용기에 충전된 기상 소스의 충전 압력을 조절하는 소스 충전 밸브를 포함하는 것을 특징으로 하는 소스 공급 장치.

**청구항 8.**

제7 항에 있어서, 상기 소스 충전 밸브가 압력조절 밸브인 것을 특징으로 하는 소스 공급장치.

**청구항 9.**

삭제

**청구항 10.**

삭제

**청구항 11.**

제1 항에 있어서 상기 소스 공급 수단이

상기 소스 충전 용기와 상기 반응기를 연통시키는 소스 공급 라인; 및

상기 반응기에 투입되는 상기 기상 소스의 공급량을 조절하는 소스 공급 밸브를 포함하는 것을 특징으로 하는 소스 공급 장치.

**청구항 12.**

제11 항에 있어서, 소스 공급 밸브가 뉴메틱 밸브 또는 쓰로틀 밸브인 것을 특징으로 하는 소스 공급장치.

**청구항 13.**

제1 항에 있어서, 상기 반응기가 원자층 증착 반응기 또는 화학 기상 증착 반응기인 것을 특징으로 하는 소스 공급장치.

**청구항 14.**

제1 항에 있어서, 상기 소스 충전용기 내의 기상소스를 제거하는 소스 퍼지수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 소스 공급장치.

**청구항 15.**

삭제

**청구항 16.**

삭제

**청구항 17.**

삭제

**청구항 18.**

- a) 기관을 반응기에 로딩시키는 단계;
- b) 액상의 제1 화합물 소스를 기상의 제1 화합물 소스로 기화시키는 단계;
- c) 상기 기상 제1 화합물 소스를 소스 충전 용기에 충전시키는 단계;
- d) 상기 소스 충전 용기의 기상 제1 화합물 소스를 반응기에 공급하여 상기 기관 상에 제1 화합물을 화학 흡착시키는 단계;
- e) 상기 반응기에 제1 퍼지가스를 도입하여 미화학 흡착된 상기 제1 화합물을 제거하는 단계;
- f) 상기 반응기에 제2 화합물 소스를 도입하여 상기 제1 화합물이 흡착된 기관 상에 제2 화합물을 화학 흡착시키는 단계;  
및
- g) 상기 반응기에 제2 퍼지가스를 도입하여 미화학 흡착된 상기 제2 화합물을 제거하되,

상기 d) 내지 g) 단계가 반복되고, 상기 b) 내지 c) 단계는 상기 e) 내지 g) 단계가 반복 수행되는 동안 실시되는 것을 특징으로 하는 원자층 증착 방법.

**청구항 19.**

삭제

**청구항 20.**

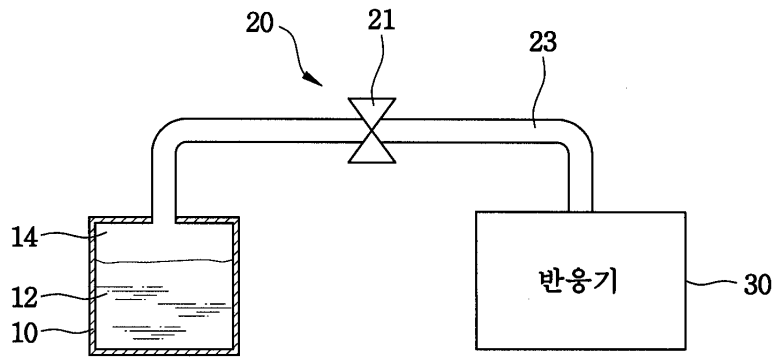
제18 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 퍼지가스가 Ar 또는 N<sub>2</sub>를 포함하는 것을 특징으로 하는 원자층 증착방법.

**청구항 21.**

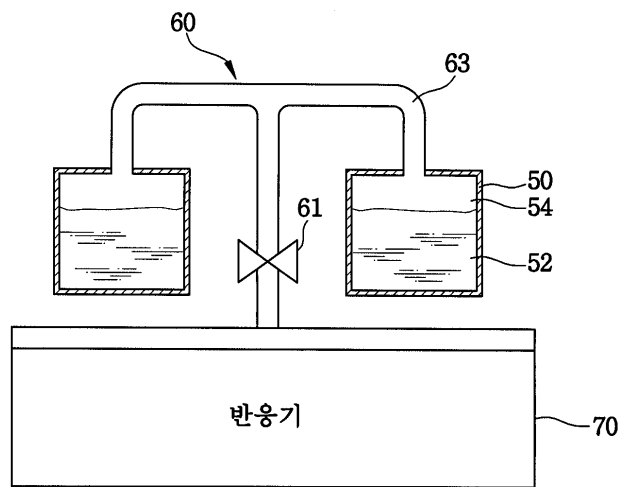
제18 항에 있어서, 상기 제2 화합물 소스가 O<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, 플라즈마, 리모트 플라즈마 또는 자외선으로 활성화된 O<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> 및 N<sub>2</sub>로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 원자층 증착방법.

도면

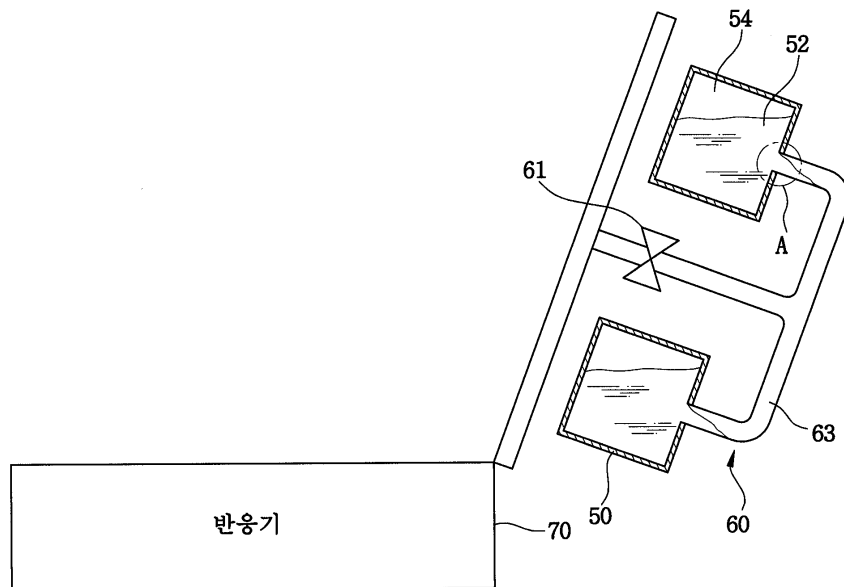
도면1



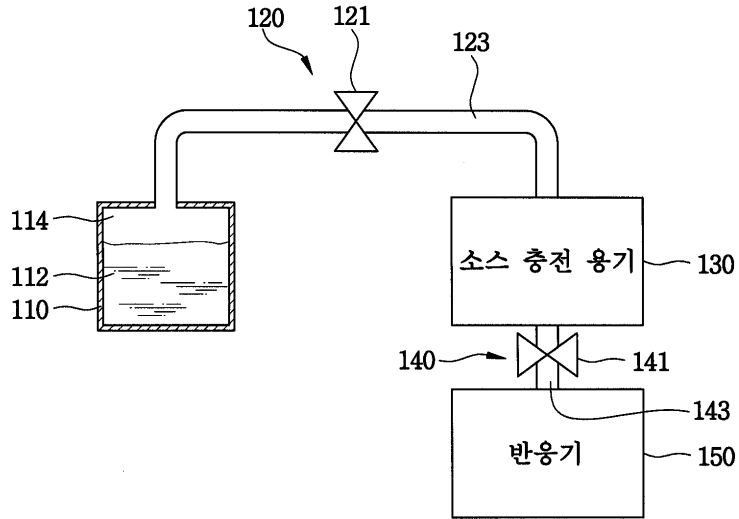
도면2a



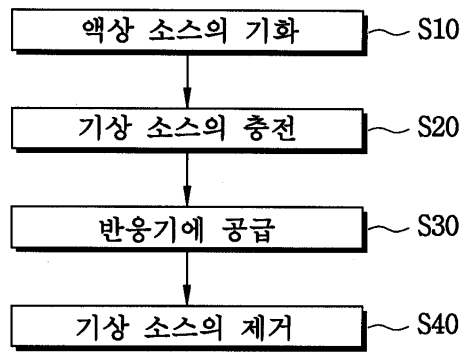
도면2b



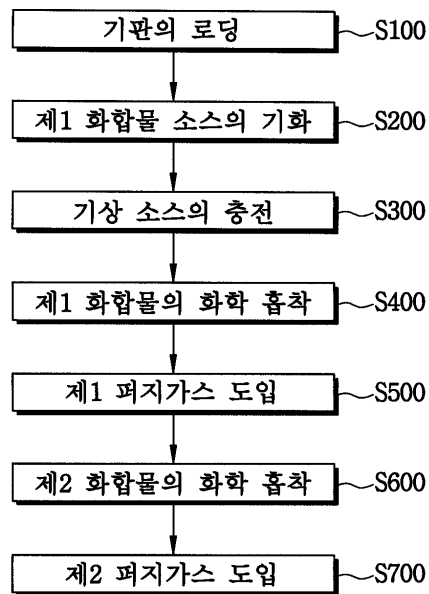
도면3



도면4



도면5



도면6a



도면6b

